



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **72041** (13) **U**
 (51) МПК (2012.01)
H01L 27/00
H05H 9/00
H05H 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
 ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
 ВЛАСНОСТІ
 УКРАЇНИ

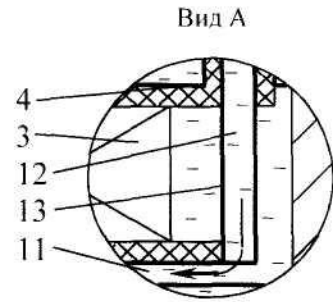
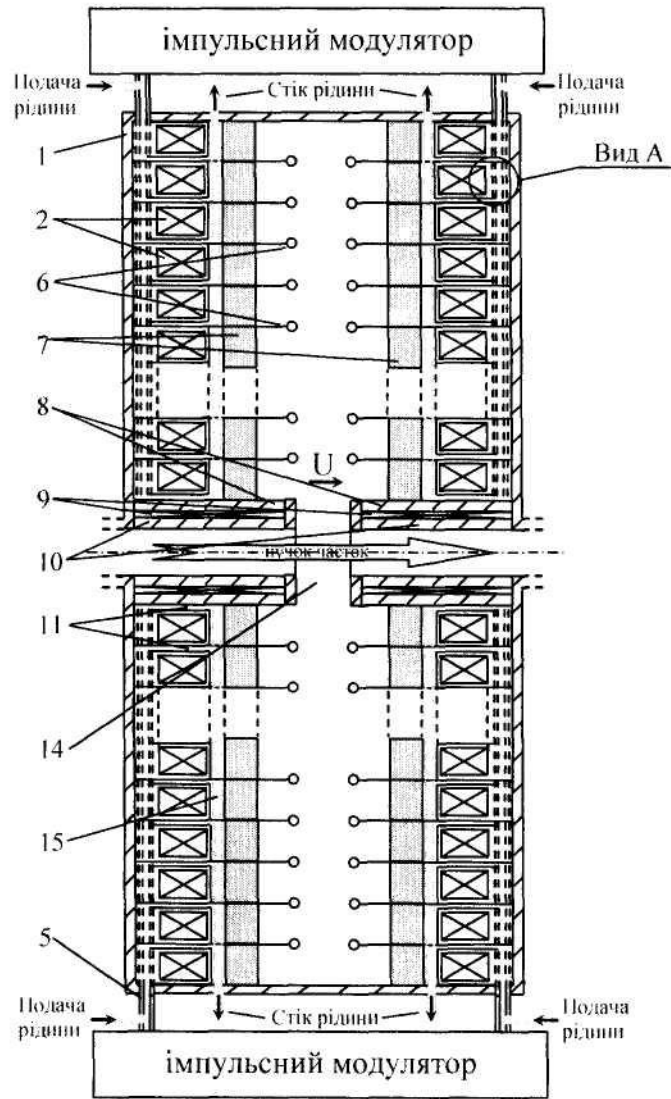
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 14439	(72) Винахідник(и):
(22) Дата подання заявки: 06.12.2011	Гурин Анатолій Григорович (UA),
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2012	Ложкін Руслан Сергійович (UA), Корнілов Євген Олександрович (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2012, Бюл.№ 15	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21 м. Харків, 61002 (UA)

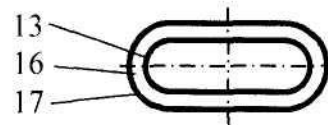
(54) МОДУЛЬ ЛІНІЙНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСКОРЮВАЧА**(57) Реферат:**

Модуль лінійного індукційного прискорювача містить корпус, індуктори, вакуумні ізолятори, центральні електроди, в яких розташовані котушки фокусування і металеві дрейфові трубки. Індуктори розміщені по радіусу між градієнтними електродами вздовж кожного плоского вакуумного ізолятора, при цьому від джерела живлення до кожного первинного витка індукторів послідовно підведено окремий енергопровід, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора, між боковими поверхнями індукторів розміщено зазори, до яких підведені вбудовані в енергопроводи трубки, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик.

U
UA 72041



Вид поперечного перетину енергопроводу 5



Корисна модель належить до прискорювальної техніки і може бути використана для прискорення потужних електронних та іонних пучків, призначених для фізичних досліджень та застосування у промисловості.

Відомі модулі лінійних індукційних прискорювачів, які містять корпус, індуктори (ферромагнітні сердечники з первинними витками), розміщені вздовж осі симетрії модуля, прискорювальну вакуумну камеру з прискорювальним проміжком між двома центральними металевими електродами [1-3].

Але, у відомих модулях лінійних індукційних прискорювачів темп прискорення модуля обмежений темпом прискорення окремого індуктора, а також в їх конструкціях присутня необхідність в застосуванні додаткових засобів по вирівнюванню розподілення напруги по вакуумному ізолятору.

Найбільш близьким за технічною суттю та найбільшою кількістю істотних ознак до запропонованого технічного рішення, яке взято за прототип, є модуль лінійного індукційного прискорювача, що описано в [4]. Модуль містить плоскі вакуумні ізолятори, індукційну систему, яка складається з розташованих вздовж осі модуля індукторів і вакуумний прискорювальний проміжок, розташований між центральними електродами, на якому підсумовується напруга, утворена індукторами. В центральні електроди вбудовані котушки фокусування і металеві дрейфові трубки, а вздовж кожного вакуумного ізолятора розміщені дросельні котушки, що призначені для вирівнювання розподілення напруженості електричного поля по поверхні вакуумних ізоляторів.

Але в прототипі коефіцієнт корисної дії прискорювача знижують дросельні котушки, що призначені для вирівнювання розподілення напруженості електричного поля по поверхні вакуумних ізоляторів, а також прототип має темп прискорення не більший за темп прискорення окремого індуктора. Окрім того, вихрове електричне поле, що утворюють дросельні котушки під час прикладання до них прискорювальної напруги, чинить дестабілізуючу дію на пучок. Все це призводить до зниження ефективності роботи модуля.

Задачею запропонованого технічного рішення є підвищення ефективності роботи модуля лінійного індукційного прискорювача шляхом створення такого модуля лінійного індукційного прискорювача, у якому темп прискорення модуля буде більший за темп прискорення окремих індукторів і в якому немає потреби в застосуванні спеціальних засобів по вирівнюванню розподілення напруженості поля по поверхні вакуумного ізолятора.

Поставлена задача вирішується таким чином. В відомому модулі лінійного індукційного прискорювача, який містить корпус, індуктори, вакуумні ізолятори, центральні електроди, в яких розташовані котушки фокусування і металеві дрейфові трубки, згідно з запропонованою корисною моделлю, індуктори розміщені по радіусу між градієнтними електродами вздовж кожного плоского вакуумного ізолятора, при цьому від джерела живлення до кожного первинного витка індукторів послідовно підведено окремий енергопровід, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора, між боковими поверхнями індукторів розміщено зазори, до яких підведені вбудовані в енергопроводи трубки, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик.

Це дозволяє збільшити ефективність роботи запропонованого модуля лінійного індукційного прискорювача за рахунок підвищення коефіцієнта корисної дії прискорювача, оскільки в такому модулі немає потреби в додаткових засобах по вирівнюванню напруженості поля по поверхні вакуумних ізоляторів, що призводять до збільшення втрат енергії, а також за рахунок забезпечення більш високого темпу прискорення заряджених часток, ніж у відомих технічних рішеннях, оскільки це сприяє зменшенню загальної довжини вакуумного тракту, і за рахунок забезпечення високої частоти посилення прискорювальних імпульсів та великої середньої потужності пучка.

Але, в відомому модулі лінійного індукційного прискорювача (прототипі) темп прискорення модуля не може бути більшим за темп прискорення окремого індуктора, а вирівнювання напруги по вакуумних ізоляторах проводять допоміжними дросельними котушками, що приводить до зниження ефективності роботи прототипу.

Порівняльний аналіз пропонованої корисної моделі з прототипом показує, що запропонований модуль лінійного індукційного прискорювача відрізняється від відомого тим, що індуктори розміщені по радіусу між градієнтними електродами вздовж кожного плоского вакуумного ізолятора, при цьому від джерела живлення до кожного первинного витка індукторів послідовно підведено окремий енергопровід, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора, між боковими поверхнями індукторів розміщено зазори, до яких підведені вбудовані в енергопроводи трубки, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик.

Розміщення індукторів по радіусу між градієнтними електродами плоского вакуумного ізолятора дозволить зробити темп прискорення модуля більшим за темп прискорення окремого індуктора та дозволить забезпечити рівномірний розподіл напруженості електричного поля по вакуумним ізоляторам без додаткових засобів.

Послідовне підведення від джерела живлення до кожного первинного витка індуктора окремого енергопроводу, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора і розміщення зазорів між боковими поверхнями індукторів, а також підведення до зазорів вбудованих в енергопроводи трубок, через які подають рідкий діелектрик, що охолоджує енергопроводи і індуктори, дозволить забезпечити високу частоту посилення прискорювальних імпульсів.

Таким чином, запропонований модуль лінійного індукційного прискорювача відповідає критерію "новизна".

Порівняння запропонованого технічного рішення з прототипом та іншими технічними рішеннями в даній галузі техніки показує, що індуктори розміщені по радіусу між градієнтними електродами вздовж кожного плоского вакуумного ізолятора, при цьому від джерела живлення до кожного окремого первинного витка індукторів послідовно підведено окремий енергопровід, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора, між боковими поверхнями індукторів розміщено зазори, до яких підведені вбудовані в енергопроводи трубки, через які подають рідкий діелектрик.

Таке виконання запропонованого модуля лінійного індукційного прискорювача дозволяє збільшити ефективність його роботи.

Таким чином, все описане вище відрізняє пропонований модуль лінійного індукційного прискорювача від відомих технічних рішень та показує, що пропоноване технічне рішення має суттєві ознаки.

Модуль лінійного індукційного прискорювача пояснюється кресленням.

Модуль лінійного індукційного прискорювача містить корпус 1, всередині якого розміщена індукційна система, яка містить індуктори 2, утворені феромагнітними сердечниками 3 з ізольованими від них первинними витками 4, до кожного первинного витка 4 підведено окремий енергопровід 5, який має хвильовий опір, погоджений з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором окремого індуктора. Індуктори 2 розміщено по радіусу між градієнтними електродами 6 вздовж плоских вакуумних ізоляторів 7. Корпус 1 та центральні електроди 8 модуля лінійного індукційного прискорювача утворюють вторинний контур модуля лінійного індукційного прискорювача. Всередині центральних електродів 8 розміщені котушки фокусування 9, які утворюють для пучка заряджених часток супроводжуюче магнітне поле, та вбудовані металеві дрейфові грубки 10. Між боковими поверхнями індукторів 2 розміщено зазори 11, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик 12 по трубках 13, які вбудовані в енергопроводи 5. Між центральними електродами 8 розташовано прискорювальний проміжок 14, до якого прикладається сумарна прискорювальна напруга модуля. Для відведення охолоджуючого рідкого діелектрика 12 з модуля застосовуються трубки 15 з ізоляційного матеріалу. Енергопровід 5 складається з металевої трубки 13, яка водночас виконує роль високовольтного електрода енергопроводу 5, твердої ізоляції 16 та зовнішнього металевого електрода 17, який перебуває під нульовим потенціалом.

Модуль лінійного індукційного прискорювача працює таким чином. Перед генерацією прискорювальної напруги струм, що подають через енергопроводи 5 в первинні витки 4, переводить в негативне насичення феромагнітні сердечники 3. Оскільки прискорювач працює з глибокою скважністю прискорювальних імпульсів, тривалість розмагнічувального імпульсу істотно більша за тривалість прискорювального імпульсу, і тому значення амплітуди розмагнічувального струму і напруги, що виникає при цьому на індукторах 2, є дуже малими відносно значення сили струму перемагнічування і напруги на індукторах 2 при робочому (прискорювальному) імпульсу. Після розмагнічувального імпульсу імпульсний модулятор посиляє через енергопроводи 5 на первинні витки 4 прискорювальний імпульс напруги. Через первинні витки 4 починає протікати струм, що переводить феромагнітні сердечники 3 індукторів 2 з негативного в позитивне насичення. При перемагнічуванні сердечників 3 навколо їх утворюється вихрове електричне поле, що утворює прискорювальне електричне поле між двома центральними електродами 6 в вакуумному прискорювальному проміжку 14, в якому відбувається прискорення пучка заряджених часток, які проходять прискорювальний проміжок 14 вздовж осі системи. Після завершення прискорювального імпульсу, феромагнітні сердечники 3 становляться позитивно насиченими і починається наступний робочий цикл. Феромагнітні сердечники 3 знову повертають до негативного насичення розмагнічувальним імпульсом струму, після якого знову посиляють прискорювальний імпульс, що прискорює наступну порцію

заряджених часток, яка проходить прискорювальний проміжок 14 вздовж осі модуля і так далі. Котушки фокусування 9, які вбудовані в центральні електроди 8, служать для утримання пучка заряджених часток в металевих дрейфових трубках 10. Котушки фокусування 9 утворюють магнітне поле, що не змінюється під час проходження заряджених часток в дрейфових трубках

10. Для підвищення частоти посилення прискорювальних імпульсів між боковими поверхнями індукторів 2 розміщено зазори 11, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик 12 по трубкам 13, які вбудовані в енергопроводи 5. Охолоджуючий діелектрик 12, що протікає через трубки 13, охолоджує при цьому енергопроводи 5 і індуктори 2. Для відведення охолоджуючого рідкого діелектрика з модуля застосовуються трубки 15 з ізоляційного матеріалу.

Використання пропонованого модуля лінійного індукційного прискорювача дозволяє збільшити ефективність його роботи за рахунок забезпечення високої частоти посилення прискорювальних імпульсів і великої середньої потужності пучка, а також за рахунок забезпечення більш високого темпу прискорювання заряджених часток, ніж у відомих модулях, оскільки це сприяє скороченню загальної довжини вакуумного тракту.

Джерела інформації:

1. The KALIF-HELIA accelerator: description, program and status. P. Hoppe, W. Bauer, H. Bluhm and other. // Proceedings of the 12th International Conference on High-Power Particle Beams. Haifa, Israel, June 7-12, 1998. p. 218-221.

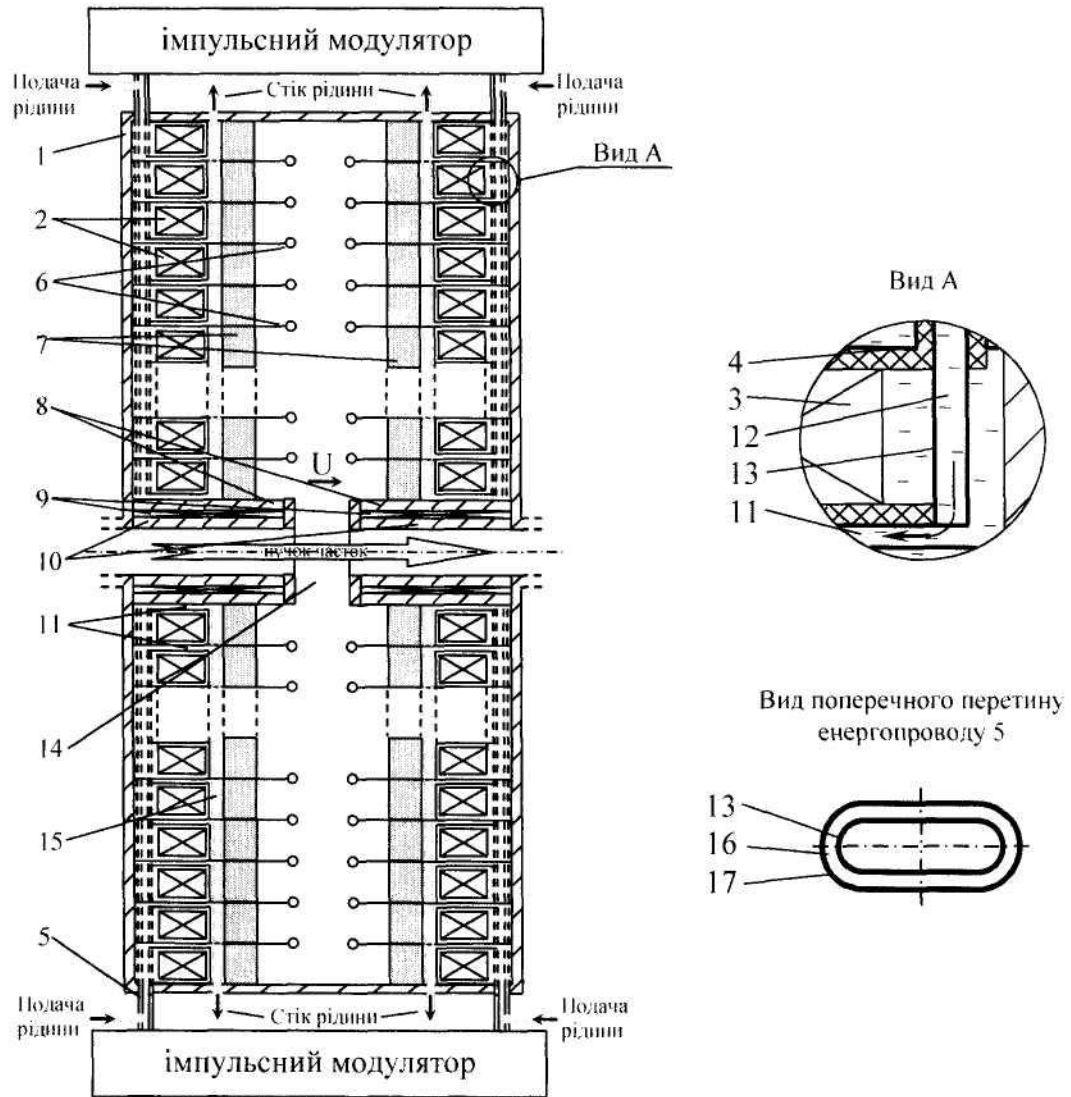
2. Development of high energy induction accelerator, "ЕТЮО-ИГ. А. Tokuchi, N. Ninomiya. // Proceedings of the 12th International Conference on High-Power Particle Beams. Haifa, Israel, June 7-12, 1998. p. 175-178.

3. Фурман Э. Г., Васильев В. В., Томских О. Н., Королев А. А., Кульбеда В. Е., Трухин В. А. Импульсно-периодический линейный индукционный ускоритель с магнитной коммутацией. // Приборы и техника эксперимента, 1993, № 6, с 45-55.

4. Альшейхи А.А., Турин А.Г., Ложкин Р.С. Повышение электрической прочности изоляции линейного индукционного ускорителя. // Вестник НТУ "ХПИ", Вып. 11, "Проблемы совершенствования электрических машин и аппаратов", Харьков, 2003. - С. 3-7.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Модуль лінійного індукційного прискорювача, який містить корпус, індуктори, вакуумні ізолятори, центральні електроди, в яких розташовані котушки фокусування і металеві дрейфові трубки, який **відрізняється** тим, що індуктори розміщені по радіусу між градієнтними електродами вздовж кожного плоского вакуумного ізолятора, при цьому від джерела живлення до кожного первинного витка індукторів послідовно підведено окремий енергопровід, хвильовий опір якого погоджено з внутрішнім опором джерела живлення і еквівалентним опором індуктора, між боковими поверхнями індукторів розміщено зазори, до яких підведені вбудовані в енергопроводи трубки, через які подають охолоджуючий рідкий діелектрик.



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601